



Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITY  
DENMARK

## Præciseringer af grundlaget for SBI's vurdering af højhusene i Rødovre

Munch-Andersen, Jørgen; Nielsen, Jørgen; Aagaard, Niels-Jørgen

*Publication date:*  
2007

*Document Version*  
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

*Citation for published version (APA):*

Munch-Andersen, J., Nielsen, J., & Aagaard, N-J. (2007). *Præciseringer af grundlaget for SBI's vurdering af højhusene i Rødovre*. SBI forlag.

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at [vbn@aub.aau.dk](mailto:vbn@aub.aau.dk) providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

## Præciseringer af grundlaget for SBI's vurdering af højhusene i Rødovre

Ved et møde i Dansk Selskab for Bygningsstatik den 13. februar 2007 fremlagde Boligselskabet AAB's rådgivende ingeniør Klaus Nielsen for første gang i sagsforløbet et dokument, der viser hvordan han har beregnet betonstyrken i højhusene i Rødovre.

SBI har gennem hele sagsforløbet haft adgang til dette dokument, men instituttet har ikke hidtil ment sig berettiget til at referere til det. Dokumentet udgør en væsentlig del af grundlaget for, at SBI har vurderet, at evakueringsplanen for højhusene i Rødovre var unødvendig.

Nu hvor Klaus Nielsen har valgt selv at fremlægge dokumentet på et møde, føler SBI sig fri til at referere indholdet af dokumentet. Dermed kan grundlaget for SBI's vurdering præciseres.

## Om betonstyrker

Evakueringsgrundlaget er i alt væsentligt baseret på en tolkning af resultater fra seks borekerneprøver, som angiveligt skulle vise, at *"styrkerne ligger på ca. det halve af det i beregningerne forudsatte"*. I evakueringsgrundlaget er den tilladelige bøjningstrykspænding bestemt til  $49 \text{ kg/cm}^2$ , hvor det i projektets beregninger er forudsat, at den skulle være  $85 \text{ kg/cm}^2$  svarende til en terningestyrke på  $270 \text{ kg/cm}^2$ . De  $49 \text{ kg/cm}^2$  fremkommer ved at indsætte en nedre karakteristisk værdi for prøverne i udtryk i betonnormen fra 1949, hvor det i stedet er middelværdien, der skal indsættes. Karakteristiske værdier er først indført i senere normer. Da den beregnede karakteristiske værdi udgør knap 60 % af middelværdien vil den tilladelige spænding naturligvis blive tilsvarende lavere.

Denne sammenblanding af metoder fra forskellige normsæt er forkert. Anvendes i stedet middelværdien af prøverne findes den tilladelige bøjningstrykspænding til  $82 \text{ kg/cm}^2$ , altså meget nær de krævede  $85 \text{ kg/cm}^2$ .

Klaus Nielsen har hævdet, at flere af prøverne formelt ikke opfylder 1949-betonnormens krav til afvigelse fra den forudsatte styrke. Normens krav ved skærpet kontrol var, at der for hver  $150 \text{ m}^3$  udstøbt beton skulle støbes tre terningeformede prøveemner. Middelværdien af disses styrker skulle mindst svare til projektets forudsatte styrke, og ingen enkeltværdi måtte ligge mere end 15 % under den forudsatte middelværdi.

Det er dog ikke realistisk at forvente, at usikkerheden på styrken af de udborede betoncylindre er lige så lav som for terningerne. Det er i øvrigt ikke givet, at middelværdien af den i væggene udstøbte betons styrke kan forventes at være lige så høj som terningernes, da de støbes og lagres under vidt forskellige forhold. Det er således muligt, at normens krav til sikkerhed er opfyldt, selv om styrken af udborede prøver viser en lavere middelværdi end den forskrevne.

Det kan derfor ikke konkluderes, at betonens kvalitet er utilstrækkelig, blot fordi nogle af de udborede prøver viser styrker, der ligger mere end 15 % under den forudsatte værdi.

Variationskoefficienten på de målte betonstyrker er 22 %, hvilket ikke forekommer voldsomt under hensyntagen til datidens produktionsteknik, tilmed for styrker målt på helt forskellige steder i to forskellige bygninger.

Afdelingen for Byggeteknik og Design

Jørgen Munch-Andersen

Jørgen Nielsen

Niels-Jørgen Aagaard

26. feb. 2007

Journal nr. 721-072

Klaus Nielsen har også fremført, at betonen burde udvise en styrke 20 % over den forudsatte middelværdi, da betonstyrken almindeligvis øges som følge af modning over tid. Der er imidlertid ingen grund til at kræve, at betonen i dag skal være 20 % stærkere end den forudsatte middelværdi. og en eventuelt utilstrækkelig betonstyrke ved opførelsen kan ikke være grundlag for at påstå, at der i dag er et sikkerhedsproblem..

Alt i alt kan man konkludere, at højhusenes sikkerhed ikke kan drages i tvivl på basis af styrken af betonprøverne. Havde de seks prøver indikeret en noget mindre styrke, end de faktisk gør, ville det have været nødvendigt, at tage flere prøver for at undersøge betonstyrken nærmere samt analysere konstruktionen nærmere.

### Brug af normer

Det er SBI's holdning, at bygninger er sikre, når de opfylder kravene i de normer, der gjaldt da bygningen blev opført. Nye normkrav gælder ikke med tilbagevirkende kraft, og eksisterende godkendte bygninger må derfor anses for sikre indtil det modsatte er påvist.

Eftervisning af sikkerheden efter et andet normsæt end det der var gældende ved opførelsen, er kun relevant, hvis der konstateres væsentlige mangler i projektering eller opførelse, hvis anvendelsen af bygningen ændres eller hvis normkravene i praksis senere har vist sig utilstrækkelige. Ingen af disse grunde er påvist ved højhusene i Rødovre.

Normer er i alt væsentligt udviklet som grundlag for projektering og dimensionering af nybyggeri. Når undersøgelser af en eksisterende bygning bringer tvivl om sikkerheden, kan normerne ikke anvendes umiddelbart, da normernes forudsætninger ikke svarer til den faktiske bygning. I den situation er der behov for at regne mere præcist på sikkerhedsforholdene, se fx (Diamantidis, 2001).

Mere avancerede værktøjer som fx probabilistiske metoder gør det muligt, at udnytte kendskabet til den foreliggende bygnings faktiske forhold i lighed med hvad man gør ved fx opgradering af eksisterende broers bæreevne eller vurdering af offshore jacket konstruktioners tilstand. Her benytter man sig af, at en del af de usikkerheder, der er til stede ved projektering af en konstruktion, ikke længere er til stede, når konstruktionen er opført. Det indebærer ofte, at bæreevnen kan vises at være større end den, der kan bestemmes efter normerne for nybyggeri. Herved kan forstærkning af en konstruktion vise sig unødvendig.

### Referencer

Diamantidis, D. (Ed.): *Probabilistic Assessment of Existing Structures*. Rilem Publications, 2001

Munch-Andersen, J. og Nielsen, J. (2007): *Sammenligning af normer for betonkonstruktioner 1949 og 2006*, SBI.

Munch-Andersen, J., Nielsen, J. og Aagaard, N.J. (2007): *Om sikkerheden ved højhuse i Rødovre*, SBI.

Nielsen, J. og Munch-Andersen, J. (2007): *Sikkerheden i eksisterende byggeri – betonstyrken i højhuse fra 1950'erne*, SBI.